Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science
Région du Centre et de l'Arctique
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Réponse des Sciences 2018/029

EXAMEN DU PLAN DE COMPENSATION DU PROJET JAY DE DOMINION DIAMOND EKATI ULC, JANVIER 2018

Contexte

Dominion Diamond Ekati ULC (Dominion ou le promoteur) devrait présenter une demande d'autorisation en vertu de la *Loi sur les pêches* pour la construction d'une digue dans le Lac du Sauvage, l'assèchement d'une partie du Lac du Sauvage et le détournement d'une partie de deux cours d'eau autour de la cheminée kimberlitique Jay pour aménager le projet d'exploitation minière de la cheminée kimberlitique Jay (projet Jay). Le promoteur a estimé la biomasse (productivité) de poisson qui sera perdue durant les activités d'exploitation minière. Afin de compenser cette perte, en consultation avec le Programme de protection des pêches (PPP) de Pêches et Océans Canada (MPO) et les collectivités locales, le promoteur propose de réaliser un programme d'ensemencement d'œufs d'inconnu (*Stenodus leucichthys*) dans la rivière Yellowknife, dans les Territoires du Nord-Ouest. Le promoteur a décrit sa proposition de plan de compensation dans le document intitulé « Plan de compensation final du projet Jay – Janvier 2018 ». Dans le présent rapport, il expose la justification et la proposition de projet de compensation.

Le 18 août 2017, la Gestion des pêches du MPO, en consultation avec le PPP et le Secteur des sciences du MPO, a rejeté une demande de permis de pêche à des fins scientifiques pour un programme pilote d'ensemencement d'inconnu. C'est pendant ce processus que le PPP a pris connaissance des projets de recherche en cours du MPO dans le Grand lac des Esclaves, à savoir l'analyse génétique de la pêche de stocks mélangés des populations d'inconnu dans le Grand lac des Esclaves. La demande a été rejetée pour deux raisons : 1) un complément d'information était nécessaire pour déterminer si l'étude pilote et le plan de compensation risquaient d'interférer avec les études déjà entamées dans le lac; 2) la source proposée des œufs est la rivière des Esclaves (Rapids of the Drowned à Fort Smith), mais le Métis Council de Fort Smith ne figurait pas sur la liste des séances de mobilisation communautaire dans la demande de permis de pêche à des fins scientifiques.

Le PPP a demandé au Secteur des sciences du MPO d'examiner la proposition de plan de compensation. Cet examen visait à évaluer les gains de biomasse prédits par le promoteur (c.-à-d. le modèle de production de poisson), les modèles de qualité de l'habitat et les autres modèles proposés par le promoteur; de déterminer si le plan de compensation proposé entraînera des avantages autosuffisants à long terme; et enfin de déterminer si le plan de compensation proposé aura une incidence sur la gestion durable des pêches du Grand lac des Esclaves (y compris sur la recherche menée par le MPO dans le lac). Le PPP utilisera l'information tirée de cet examen pour conseiller le promoteur au sujet de sa demande finale d'autorisation en vertu de la *Loi sur les pêches*. Il s'appuiera également sur un avis scientifique pour déterminer si le plan de compensation proposé aura une incidence bénéfique sur la productivité des pêches.

La présente réponse des Sciences découle du processus spécial de réponse des Sciences mené le 28 mars 2018 pour l'examen du Plan de compensation final du projet Jay.

Renseignements de base

La mine Ekati et la cheminée kimberlitique Jay

La mine Ekati est située à 300 km au nord-est de Yellowknife, dans les Territoires du Nord-Ouest (figure 1). La cheminée kimberlitique Jay se trouve sous le Lac du Sauvage, dont la profondeur moyenne est de 6,8 m, la profondeur maximale de 40,4 m et la superficie de 8 651 ha. Une digue en forme de fer à cheval sera construite pour isoler la partie du Lac du Sauvage sus-jacente à la cheminée Jay. Les poissons seront retirés de cette partie isolée avant qu'elle soit asséchée pour permettre l'exploitation à ciel ouvert de la cheminée kimberlitique. La superficie totale de l'habitat perdu du fait de la construction de la digue et de l'assèchement d'une partie du lac est de 338,3 ha. En outre, un canal de protection sera construit afin de détourner l'eau de deux petites zones de drainage de la cheminée Jay vers le Lac du Sauvage.

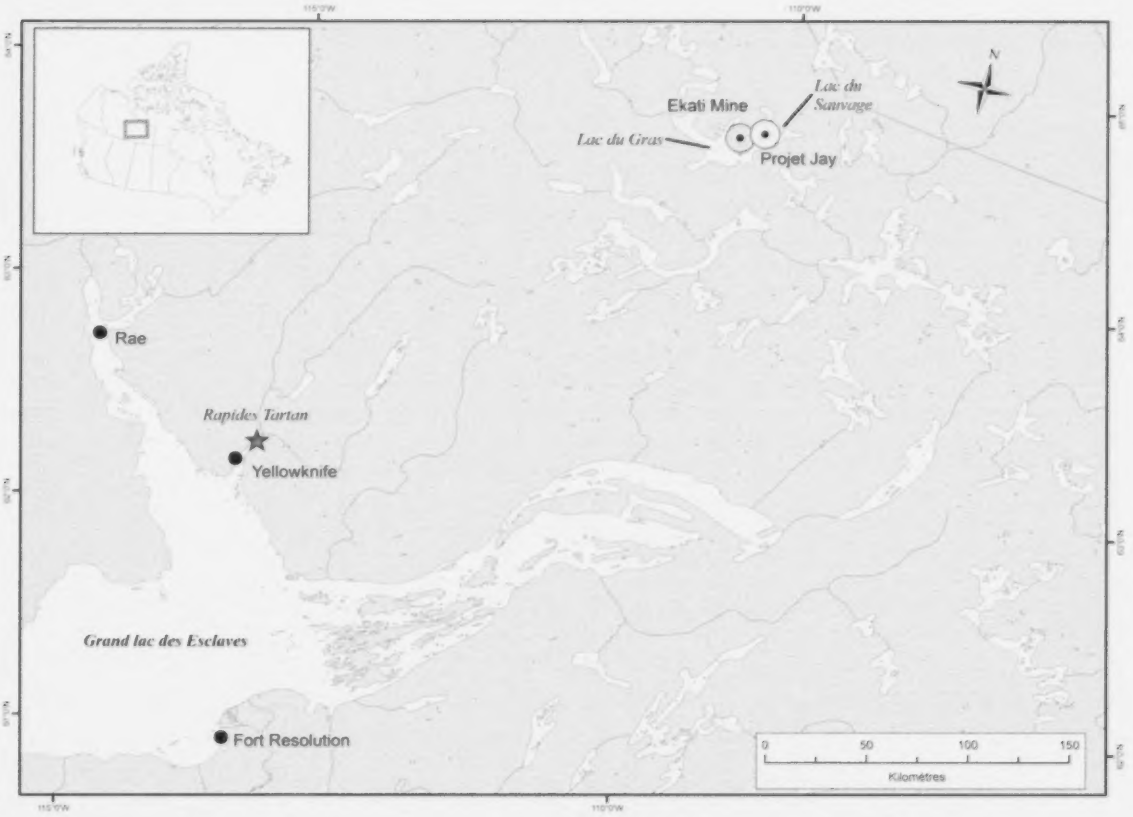

Figure 1. Carte illustrant l'emplacement de la mine Ekati, sur le Lac du Gras (cercle vert), le projet Jay proposé par le promoteur sur le Lac du Sauvage (cercle jaune) et les rapides Tartan (étoile rouge), l'emplacement proposé du programme de compensation (projet d'ensemencement d'inconnu) sur la rivière Yellowknife.

Onze espèces de poissons vivent dans le lac (tableau 1). Les principales sont le touladi (Salvelinus namaycush) et le corégone (Coregonus artedi) (60 % et 22,9 % de la population totale de poissons, respectivement). L'habitat fluviatile utilisé par l'ombre de l'Arctique

(Thymallus arcticus) sera également touché par la dérivation des tronçons inférieurs des deux cours d'eau. La perte totale de biomasse de poisson (toutes espèces confondues) pendant la durée du projet Jay est estimée à 1 434 kg au moment du retrait initial des poissons et les pertes annuelles de la production de biomasse de poisson à 301,1 kg par année, pendant 20 ans. Les données sur les poissons retirés (méthodes décrites par Tyson et al. 2011) serviront à confirmer ou à modifier les estimations de perte de production du poisson.

Tableau 1. Espèces de poissons présentes dans le Lac du Sauvage, Territoires du Nord-Ouest.

Espèce	Nom scientifique
Touladi	*Salvelinus namaycush*
Ombre de l'Arctique	*Thymallus arcticus*
Cisco	*Coregonus artedi*
Corégone	*Coregonus clupeaformis*
Grand corégone rond	*Prosopium cylindraceum*
Grand brochet	*Esox lucius*
Lotte	*Lota lota*
Meunier rouge	*Catostomus catostomus*
Épinoche à neuf épines	*Pungitius pungitius*
Méné de lac	*Couesius plumbeus*
Chabot visqueux	*Cottus cognatus*

Grand lac des Esclaves

Le Grand lac des Esclaves, dans les Territoires du Nord-Ouest, est l'un des trois grands lacs du bassin du fleuve Mackenzie (Janjua et Tallman 2015). C'est le deuxième plus grand lac dans les Territoires du Nord-Ouest et le neuvième plus grand au monde. Ce lac profond et oligotrophe chevauche deux régions physiographiques, le bouclier précambrien et les plaines intérieures ou basses-terres. Son bassin hydrographique combiné couvre 983 000 km^2.

Les rivières Yellowknife, Snare et plusieurs autres plus petites, provenant du nord et de l'est, s'y jettent (bouclier précambrien, figure 2). Leurs apports sont relativement modestes comparés à ceux des rivières des Esclaves, Taltson, Buffalo et Hay, qui arrivent du sud (figure 2). À l'emplacement des rapides Tartan (le lieu proposé pour transplanter les œufs), la rivière Yellowknife draine une superficie d'environ 16 300 km^2 au-dessus des rapides, à la sortie du lac Prosperous (station 07SB0002 d'Environnement Canada). La rivière Yellowknife s'écoule vers le sud du bouclier précambrien en traversant un complexe de lacs et de rivières. Son débit est régulé par la centrale électrique de Bluefish Hydro, mais le promoteur souligne que jusqu'à 30 % de ce débit provient de la rivière Cameron, non régulée, qui se jette dans la rivière Yellowknife en aval de la centrale. On ne sait pas dans quelle mesure le lac Prosperous atténue le débit dans les tronçons aval de la rivière. La centrale électrique de Bluefish Hydro peut bloquer le passage du poisson, empêchant ainsi ce dernier d'atteindre les frayères en amont.

La zone située au sud et à l'ouest de la ligne de démarcation du bouclier précambrien est connue sous le nom de basses-terres du Mackenzie. La rivière des Esclaves, qui coule vers le nord, constitue près de 87 % des apports en eau, ainsi que de grandes quantités de nutriments

et de sédiments. Elle commence au confluent des rivières de la Paix et Athabasca, qui prennent toutes deux leur source loin de là, dans les Rocheuses; la surface totale du bassin hydrographique de la rivière des Esclaves est de 616 400 km^2. Les autres rivières importantes venant du sud sont les rivières Hay, Buffalo et Taltson.

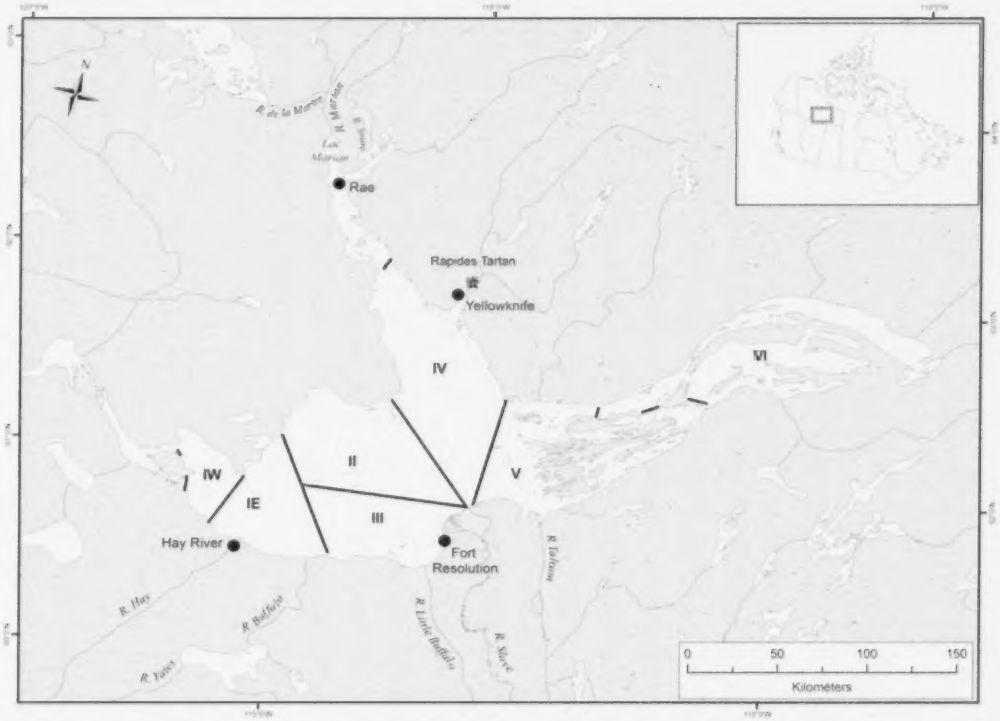

Figure 2. Carte du Grand lac des Esclaves, illustrant les zones actuelles de gestion des pêches (IW, IE, II–VI) et les noms des endroits mentionnés dans ce rapport.

Pêche dans le Grand lac des Esclaves

Au moins 25 espèces de poissons vivent dans le lac, dont cinq qui sont importantes pour la pêche commerciale. La principale espèce commerciale est le corégone (*Coregonus clupeaformis*), puis le touladi (*Salvelinus namaycush*), et les prises accessoires sont composées d'inconnu, de grand brochet (*Esox lucius*) et de doré jaune (*Sander vitreus*). Le cisco de lac (*Coregonus artedii*), la lotte (*Lota lota*) et le meunier rouge (*Catostomus catostomus*) sont aussi des espèces appréciées. Après le corégone, qui est l'espèce la plus pêchée, l'inconnu constitue à la fois une importante espèce commerciale destinée au marché international et une pêche de subsistance pour les collectivités locales qui vivent autour du lac. Le bras oriental du Grand lac des Esclaves accueille aussi une pêche-trophée au touladi.

La pêche commerciale est pratiquée sur le Grand lac des Esclaves depuis 1945. Avant 1970, elle ciblait le corégone et le touladi. Le quota combiné établi de 1949 à 1971 était de 4,1 millions de kilogrammes. Le quota de la pêche commerciale a été modifié plusieurs fois depuis 1971, mais sa valeur combinée actuelle (comprenant le corégone et le touladi; Day *et al.* 2013) est de 1,68 million de kilogrammes. La pêche commerciale utilisait des filets maillants à poisson de fond avec des mailles étirées de 140 mm jusqu'en 1977, et a passé à des mailles étirées de

133 mm par la suite. Les poissons sont transformés à l'usine de transformation de Hay River. Autrefois, il existait d'autres usines autour du lac (VanGerwen-Toyne *et al.* 2013, Zhu *et al.* 2015).

Au cours du développement de la pêche, le lac a été divisé en plusieurs zones de gestion dont les limites, la nomenclature et les quotas ont changé. Depuis 1972, il a été divisé en sept zones de gestion : 1 West (IW), 1 East (IE), 2 (II), 3 (II), 4 (IV), 5 (V) et 6 (VI) (figure 2). La pêche commerciale est pratiquée en majorité dans les zones IE et IW. Les niveaux de récolte des sources autres que la pêche commerciale (pêche récréative et de subsistance) ne sont pas bien connus. Ces chiffres sont encore une lacune dans les connaissances et l'information nécessaires pour évaluer l'état des stocks et fixer des niveaux de prises durables dans le Grand Lac des Esclaves (MPO 2015; Zhu *et al.* 2015).

Inconnu

L'inconnu est présent dans le nord-ouest du Canada, surtout dans les grandes rivières au fond limoneux (comme le Mackenzie) et les lacs associés. Il présente des types de cycle biologique à la fois anadrome et adfluvial; les inconnus qui vivent dans le Grand lac des Esclaves sont du type adfluvial. Ils fraient dans les rivières à la fin du mois de septembre et au début du mois d'octobre et semblent très fidèles à la frayère (par exemple, la rivière des Esclaves; Howland 1997). Les inconnus sont réputés pour leurs longues migrations de fraie (jusqu'à 300 km dans la rivière des Esclaves; Howland 1997). Des inconnus matures et en bonne santé ont été capturés dans la rivière des Esclaves à la base des Rapids of the Drowned, ce qui permet de penser qu'ils se reproduisent aux environs (Howland 1997). De plus, la Première Nation des Dénés Yellowknives observe les montaisons d'inconnus dans la rivière Yellowknife, dont elle se nourrit, depuis des siècles. Melville (1914) a noté que les inconnus remontent probablement la plupart des rivières qui coulent du nord, mais qu'ils sont plus nombreux dans les bassins hydrographiques des rivières Buffalo, des Esclaves et Talston, sur la rive sud. On sait qu'en Alaska, les inconnus fraient sur des substrats de gravier grossier et à des profondeurs de 1,2 - 2,3 mètres (Alt 1969). Il pourrait exister un différentiel de sélection des frayères des inconnus. Par exemple, dans la rivière Arctic Red, Howland et ses collègues (2000) ont observé des corégones et des ciscos adfluviaux en fraye à l'embouchure de la rivière, mais les inconnus anadromes migraient beaucoup plus loin en amont, jusqu'aux tronçons d'eau limpide et de substrats de gravier pour se reproduire. Ce différentiel de sélection n'a pas encore été confirmé pour les inconnus adfluviaux du Grand lac des Esclaves car les relations détaillées entre le substrat de fraye et le débit ne sont pas déterminées pour la reproduction des inconnus dans les affluents de frai.

Les inconnus sont considérés comme un prédateur de niveau trophique supérieur dans l'écosystème du Grand lac des Esclaves et présentent un solide lien trophique avec le cisco (relation prédateur/proie) (Zhu *et al.* 2017). Ils se trouvent généralement dans les zones côtières de la partie principale du lac, sauf à l'automne lorsqu'ils remontent les rivières pour le frai. Les concentrations avant le frai à l'embouchure des rivières de frai les rendent particulièrement vulnérables à la surexploitation.

Les relevés normalisés indépendants de la pêche montrent que l'abondance et la production de l'inconnu sont supérieures dans la zone IV que dans les zones du bassin occidental (zones IW et IE) et que dans la zone II, dans la partie principale (Zhu *et al.* 2017; figure 3). Selon les données du marquage, les inconnus de la rivière des Esclaves se trouvent essentiellement dans les zones III et IV (VanGerwen-Toyne *et al.* 2013). L'inconnu est traditionnellement une partie culturelle importante de la pêche de subsistance. On ne connaît pas la récolte actuelle des pêches à des fins domestiques et de subsistance.

L'identification des stocks n'est pas encore totalement résolue, mais certains travaux récents permettent de penser qu'il existe des stocks distincts selon les rivières d'origine et la séparation géographique (par exemple, rivière Marian; Wiens *et al.* 2016, 2017).

Parmi les stocks connus, l'état de ceux des rivières Yellowknife et Taltson n'a pas été évalué, mais il est évident qu'ils ne sont plus à leurs niveaux d'abondance historiques. Les stocks de la rivière des Esclaves et du lac Marian sont considérés comme sains, mais on estime que celui de la rivière Buffalo se trouve dans la zone critique selon le modèle de l'approche de précaution (MPO 2013a). La Gestion des pêches du MPO a entamé une série de zones de fermeture de la pêche le long de la rive sud afin de faciliter le rétablissement des stocks épuisés d'inconnu (figure 4).

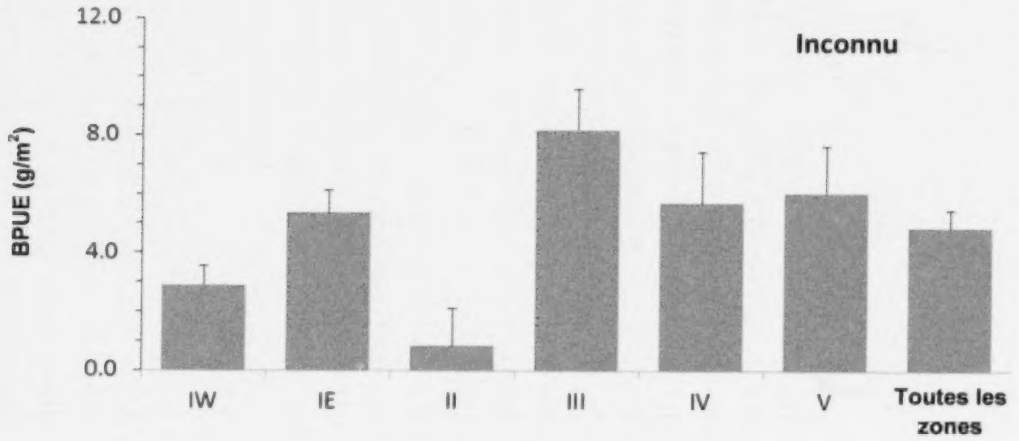

Figure 3. Comparaison spatiale de la densité de la biomasse (g/m^2) d'inconnu dans chaque zone administrative du Grand lac des Esclaves, tirée des données des relevés indépendants de la pêche pour la période 2011-2016 (Zhu et al. 2017). La zone de la baie de Yellowknife se trouve dans la zone IV.

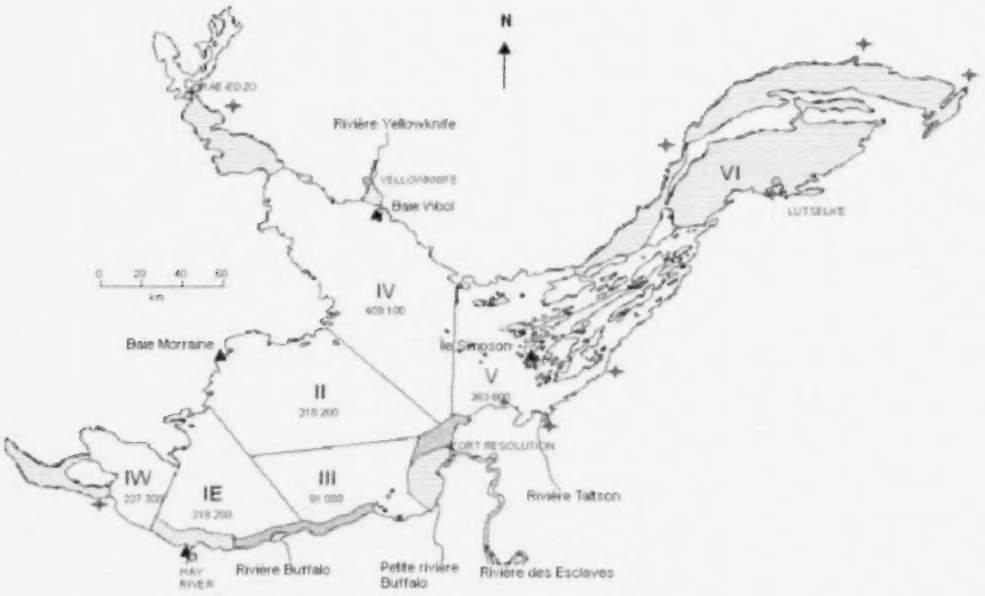

Figure 4. Carte du Grand lac des Esclaves illustrant les limites administratives et les quotas (kg), les zones fermées à la pêche commerciale et l'emplacement des usines de transformation du poisson et des camps de pêche (tiré de MPO 2013).

Outre la pêche, plusieurs autres activités anthropiques peuvent, combinées, avoir contribué au déclin de l'inconnu de la rivière Yellowknife, comme la construction de la centrale électrique de Bluefish Hydro sur cette rivière, les activités liées à la mine Giant, l'accès local accru à la rivière et la croissance démographique de la ville de Yellowknife (par exemple, Tallman et Howland 2017).

Analyse et réponse

L'ensemencement en tant que mesure de compensation

L'ensemencement consiste à relâcher des poissons dans un écosystème afin d'augmenter le stock naturel de poissons, d'accroître la productivité d'une population sauvage, de pallier une limite de recrutement, d'augmenter le rendement de la pêche ou de stimuler des stocks de poisson en déclin (MPO 2014). La méthode d'ensemencement choisie pour un programme donné (translocation, écloserie) dépend de l'état actuel de la productivité de la population de poissons ensemencée, de la capacité biotique de l'écosystème et des objectifs du programme.

La sélection d'une mesure de compensation pour un promoteur doit être justifiée par des objectifs clairs de gestion des pêches ou par les priorités régionales en matière de restauration (MPO 2013b). Les mesures de compensation doivent suivre les principes énoncés dans MPO (2013b), notamment celui selon lequel elles doivent entraîner des avantages autosuffisants à long terme (MPO 2013b). Les mesures de compensation devraient viser à accroître la productivité des pêches touchées par les dommages sérieux. Dans des cas précis, les objectifs de gestion des pêches ou d'autres facteurs de la gestion des ressources (espèces en péril, espèces aquatiques envahissantes, etc.; MPO 2014) peuvent modifier ces mesures.

Un examen récent des études sur l'ensemencement a montré que la majorité des programmes d'ensemencement avait des impacts écologiques ou génétiques négatifs sur les populations naturelles de la même espèce, notamment une diminution du succès reproducteur des populations sauvages en raison de la consanguinité et de la diminution de la diversité génétique, ainsi qu'une diminution du taux de survie des poissons sauvages en raison de la concurrence et de l'augmentation de la prédation (MPO 2014; Loughlin et Clark 2014). De même, la plupart des ensemencements nécessitent une intervention continue et ne sont donc généralement pas autosuffisants (MPO 2014). On peut en déduire que lorsque l'objectif est d'augmenter ou d'établir des populations autosuffisantes, l'ensemencement doit être soigneusement planifié pour atteindre les objectifs de gestion, qu'il doit s'accompagner d'un plan de surveillance à long terme et d'un programme d'intervention et ne doit constituer qu'un dernier recours.

Conformément au Code national sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques (2003), les programmes d'ensemencement devraient tenir compte du succès reproducteur et des impacts génétiques possibles sur les poissons sauvages. La densité d'empoissonnement varie en fonction d'autres facteurs de population (p. ex., impact sur les juvéniles, disponibilité de la nourriture, etc.), comme la prédation disproportionnée des poissons ensemencés (p. ex., juvéniles), la dynamique des populations de prédateurs et leurs périodes d'activité, le moment du lâcher, les méthodes et lieux de lâcher des poissons ensemencés, le nombre de poissons libérés, les impacts sur les autres espèces, la pression de la pêche actuelle, l'existence d'habitats adaptés, la possibilité d'attirer des pêcheurs et des prédateurs dans une zone et la possibilité d'augmenter les prises accessoires et la prédation d'espèces non ciblées (MPO 2014).

Lorsque l'objectif est d'augmenter ou d'établir des populations autosuffisantes, la probabilité de réussite augmente dans les cas suivants : on utilise des stocks de géniteurs sauvages et locaux; on choisit un endroit et une période adaptés; on laisse passer deux cycles de reproduction avant d'autoriser la pêche (les meilleurs résultats sont obtenus dans une zone fermée; MPO 2014). L'ensemencement réussit moins bien dans les cas suivants : les populations présentes ont atteint leur capacité de charge ou en sont proches; les poissons relâchés sont immédiatement consommés par leurs prédateurs ou pêchés; les poissons relâchés sont en concurrence avec les stocks sauvages pour des ressources limitées (MPO 2014). La méthode privilégiée consiste à gérer les stocks sauvages existants.

Probabilité de réussite de l'ensemencement d'œufs dans la rivière Yellowknife

Plusieurs ensembles d'impacts cumulatifs ou additifs sont probablement à l'origine du déclin de l'inconnu dans la rivière Yellowknife. Par exemple, la surpêche résultant des pêches commerciale, récréative et de subsistance, les effets de la construction et de l'exploitation de la centrale électrique de Bluefish Hydro (comme la perte de frayère convenable) et la contamination par des activités anthropiques (comme la mine Giant) (VanGerwen-Toyne *et al.* 2013, Tallman et Howland 2017) pourraient avoir causé la diminution de l'abondance de l'espèce. Les connaissances locales obtenues durant les consultations communautaires organisées par le promoteur vont dans le sens de l'hypothèse selon laquelle l'abondance de l'inconnu a baissé dans la rivière Yellowknife à cause des impacts susmentionnés (séances de mobilisation communautaire tenues par Dominion à l'hiver 2017, annexe D). La population d'inconnu pourrait se rétablir sans intervention de gestion si des habitats convenables existent dans la rivière Yellowknife et si les impacts se sont atténués au fil du temps (par exemple, fermetures de la pêche [voir la figure 4], équilibre écosystémique). L'habitat, ou l'accès à l'habitat de prédilection, pourrait encore constituer un problème dans la rivière Yellowknife. On

peut par conséquent se demander comment des inconnus récemment ensemencés survivraient selon ce scénario.

Pour certaines espèces, comme l'inconnu, le retour (à la rivière natale) est une partie importante du cycle vital. Comme le promoteur l'a indiqué, il est préférable d'ensemencer des œufs pour tenir compte de cette importante fonction du cycle biologique, afin que les stimuli physiques et chimiques qui provoquent la migration de retour dans la rivière natale soient acquis au tout premier stade. Des études montrent cependant que la survie des œufs est extrêmement variable (Cowx 1994) et dépend de la température (par exemple, Laurel et Blood 2011), de l'hypoxie (par exemple, Marcus *et al.* 2004), de la profondeur du substrat et de la qualité de l'eau (par exemple, Sternecker *et al.* 2013). Ces facteurs créent un certain nombre d'incertitudes limitatives du succès de l'éclosion et de la survie des œufs, remettant à nouveau en question la probabilité de réussite de l'ensemencement à titre de plan de compensation.

Il n'est pas certain que les complexes génétiques coadaptés choisis pour leur survie et leur viabilité dans la rivière des Esclaves donnent les mêmes résultats dans la rivière Yellowknife. En effet, celle-ci, qui prend sa source dans le bouclier précambrien, coule du nord et affiche des caractéristiques chimiques et physiques différentes de celles de la rivière des Esclaves, qui vient du sud et s'écoule vers les Grandes Plaines, où l'eau est plus chaude, plus turbide et le substrat plus limoneux. Même si des inconnus survivent au premier stade après les œufs et produisent des poissons qui reviennent dans la rivière, les introductions pourraient rompre les adaptations actuelles sous l'effet des croisements. Les périodes de gel et de dégel de la rivière, ainsi que les régimes hydrologiques (Howland *et al.* 2000) sont étroitement liés à l'émergence et au succès des larves (coïncidence ou non) et, de ce fait, les régimes hydrologiques différents des rivières des Esclaves et Yellowknife pourraient se traduire par l'échec de l'éclosion ou de la survie des générations futures.

Le promoteur reconnaît l'importance du choix du site d'origine du stock (les œufs doivent être adaptés à des conditions d'habitat semblables) et de l'utilisation d'œufs pour la translocation afin d'assurer l'empreinte (pour que les poissons retournent dans leur rivière natale). Il propose néanmoins d'utiliser la rivière des Esclaves comme stock d'origine en raison de la facilité d'accès aux frayères et de prélèvement des œufs, et non en raison de son adéquation biologique en tant que stock d'origine. Le MPO (2014) recommande de sélectionner le stock d'origine en fonction de sa proximité et de ses similitudes au site de réintroduction. Ce choix doit également respecter les principes de la gestion de la pêche, qui présume que les stocks d'inconnu sont relativement indépendants les uns des autres, ce qui réduit les chances de survie des œufs. Des inconnus provenant de lieux plus proches de la rivière Yellowknife pourraient donc mieux convenir en raison de leurs adaptations aux environnements de la rivière provenant des zones géologiques du bouclier précambrien, comme ceux qui sont génétiquement plus proches (rivières la Martre et Marian par exemple).

Incidence de l'ensemencement sur l'écosystème actuel du Grand lac des Esclaves

Le Secteur des sciences du MPO applique une approche écosystémique pour préparer les avis scientifiques destinés à la gestion. Dans le cas du Grand lac des Esclaves, cette approche tient compte de la biodiversité (richesse des espèces), de la durabilité des pêches des espèces ciblées (corégone et touladi) et des prises accessoires (inconnu), ainsi que de l'état de santé de l'écosystème (Zhu *et al.* 2017).

La biodiversité existe à plusieurs niveaux, notamment la richesse des espèces dans le système et la biodiversité génétique dans un groupe d'espèces. La destruction ou l'homogénéisation des

stocks génétiques résultant de l'ensemencement peut s'avérer préjudiciable à la santé des stocks sauvages et de l'écosystème (Hess *et al.* 2012; MPO 2014). On ne sait pas quelle forme de cycle biologique provient de la rivière Yellowknife (adfluviale ou fluviale) car plusieurs lacs sont situés sur son cours. Les inconnus du stock de la rivière des Esclaves pourraient être adaptés à des conditions environnementales très différentes et, de ce fait, la diversité génétique des inconnus restants de la rivière Yellowknife risquerait d'être homogénéisée, ce qui pourrait se répercuter sur leur résilience.

D'autres préoccupations entourent l'impact de l'introduction d'une « nouvelle » espèce dans un système qui a passé à un nouvel équilibre dynamique. Le promoteur présume qu'il est peu probable que « ... les populations actuelles de corégonidés aient atteint ou presque atteint la capacité de charge de l'habitat disponible... compte tenu des pressions existantes de la pêche et les connaissances traditionnelles sur les tendances historiques de l'abondance du poisson » (document principal, section 5.1.4, p. 67). Si la réintroduction d'inconnus réussissait, il semble peu vraisemblable qu'elle ait des impacts négligeables sur la communauté de poissons et l'écosystème existants de la rivière Yellowknife. On sait que l'inconnu était abondant dans ce réseau hydrographique il y a près de 50 ans et qu'il en a pratiquement disparu aujourd'hui. L'écosystème a donc trouvé un nouvel équilibre dynamique en l'absence de compétition pour l'habitat de prédilection par les inconnus en fraye. Sa réintroduction pourrait par conséquent avoir des effets sur les populations adfluviales de corégone et de cisco du fait de la compétition potentielle pour les frayères et l'espace interstitiel pour le développement des œufs et des embryons (Hayes 1987, Hearn 1987, Howland 1997, Sternecker *et al.* 2013). Dans son avis scientifique, le MPO propose de surveiller la communauté ou les assemblages de poissons locaux auxquels les interactions avec des poissons ensemencés pourraient nuire (MPO 2014).

Le plan de compensation proposé doit être conçu en fonction d'une échelle écosystémique des effets potentiels (MPO 2014). En d'autres termes, il doit englober l'état général et les tendances de l'environnement local et tenir compte des facteurs de stress actuels ou proposés qui agissent sur le système (par exemple, la prospection minière par forage de TerraX, l'exploitation de la centrale électrique de Bluefish Hydro). On ne connaît pas les réactions des espèces ou de l'écosystème aux modifications provoquées par l'ensemencement (MPO 2014). La compréhension totale de l'écosystème actuel sera par conséquent utile pour prédire les changements écosystémiques et expliquer les modifications observées.

Impact de l'empoissonnement sur la recherche à l'appui des pêches durables dans le Grand lac des Esclaves

Les projets menés par le MPO dans le cadre de la recherche sur l'évaluation des stocks dans le Grand lac des Esclaves sont axés sur l'état des stocks (abondance) et la durabilité. Comprendre la structure des stocks et la répartition géographique de l'inconnu est un élément clé de cette recherche. Les analyses génétiques préliminaires de l'inconnu dans le Grand lac des Esclaves (17 marqueurs microsatellites) permettent de supposer la présence de deux stocks distincts : lac Marian et baie de Yellowknife, et le stock de la rivière des Esclaves (Wiens *et al.* 2016). Les échantillons prélevés dans l'embouchure de la rivière Buffalo n'étaient pas concluants, probablement à cause de la présence d'un stock mélangé (Wiens *et al.* 2016). D'autres analyses génétiques aux sites des rivières natales, comme la rivière Buffalo, permettront de déterminer les stocks mélangés dans le Grand lac des Esclaves. L'analyse génétique s'avère un outil précieux et la recherche en cours dans le lac vise à définir et à mieux préciser la structure des stocks d'inconnus.

La translocation d'un stock d'inconnu (rivière des Esclaves) dans une autre zone où le stock est probablement différent risque de compromettre les études menées actuellement en vue de

déterminer génétiquement la structure des stocks. Le plan de compensation proposé pourrait créer de la confusion dans la recherche actuelle et risquerait de compromettre les futures décisions de gestion si les patrons génétiques sont modifiés.

Risque de maladies

Bien que le risque soit moins important avec les œufs qu'avec la transplantation de larves ou de juvéniles, il est possible que des maladies (virus ou bactéries) soient introduites dans la population réceptrice ou l'environnement récepteur. Les commentaires et l'avis scientifique qui suivent font référence au risque de transfert de maladie lié à la proposition de transplantation d'œufs (ACIA 2018, MPO 2017).

Le promoteur reprend deux citations à l'appui de l'énoncé suivant (p. 69, 135) : « Il n'existe ni preuve, ni suggestion dans la documentation disponible qu'une maladie ou une charge parasitaire ait contribué au déclin de l'inconnu dans la région du Grand lac des Esclaves (par exemple, Conseil du bassin du fleuve Mackenzie 2004, VanGerwen-Toyne *et al.* 2013). » Le Conseil du bassin du fleuve Mackenzie (2004) a mentionné une préoccupation entourant l'effet possible des maladies sur les populations de poissons. VanGerwen-Toyne et ses collègues (2013) ne parlent pas des maladies.

L'état pathologique de l'inconnu dans le Grand lac des Esclaves n'est pas bien connu. La rivière natale des inconnus (rivière des Esclaves) et la rivière réceptrice (rivière Yellowknife) proposées par le promoteur font toutes deux partie du bassin hydrographique du fleuve Mackenzie. Cependant, la rivière Yellowknife (réceptrice) coule vers le sud, tandis que la rivière des Esclaves (natale) s'écoule vers le nord pour atteindre le Grand lac des Esclaves, qui se déverse dans l'océan Arctique par l'intermédiaire du Mackenzie. Le virus de la nécrose pancréatique infectieuse est considéré comme endémique dans les stocks de Dolly Varden (*Salvelinus malma*) présents dans les affluents du bas-Mackenzie, où des isolats du virus, classés dans le génogroupe (V), persistent dans les populations sauvages depuis au moins 30 ans (Souter *et al.* 1984, 1986; S. Clouthier et Anderson, MPO Winnipeg, comm. pers.). En outre, des isolats du virus de la nécrose pancréatique infectieuse du génogroupe (I) ont été détectés dans des truites arc-en-ciel sauvages et d'élevage *(Oncorhynchus mykiss)* (Yamamoto 1974) et des touladis (*Salvelinus namaycush*) (Larson 1985) en Alberta. Les bassins hydrographiques touchés comprennent des affluents de la rivière Athabasca, qui relie le delta Paix-Athabasca à la rivière des Esclaves, où le promoteur propose de prélever les inconnus. Il se peut qu'un mélange de ces deux génotypes du virus de la nécrose pancréatique infectieuse coexiste dans le Grand lac des Esclaves. Une lignée cellulaire embryonnaire tirée d'œufs œillés d'inconnu appuie la réplication de ce virus et du virus de la nécrose hématopoïétique infectieuse, ce qui permet de supposer qu'il existe un risque que le virus de la nécrose pancréatique infectieuse soit présent chez l'inconnu sauvage (Follett et Schmitt 1990).

Le virus de la nécrose pancréatique infectieuse (VNPI) peut se propager selon des modes de transmission horizontale ou verticale. La transmission verticale peut intervenir à l'intérieur et à l'extérieur de l'ovule et le virus peut se transmettre pendant le processus d'expulsion provoquée des gamètes et de fécondation des ovules (anonyme 2003). La désinfection d'œufs fécondés au moyen d'iodophores réduit la transmission verticale du virus, mais ne l'élimine pas (Ahne *et al.* 1989, Bullock *et al.* 1976, Dorson *et al.* 1997). La transmission horizontale se produit lorsque les poissons sont exposés à des eaux infectées par le virus ou lorsque des poissons indigènes cohabitent avec des poissons infectés (par exemple, McAllister et Owens 1986, Munang'andu *et al.* 2016). Le VNPI est l'un des plus stables sur le plan chimique et environnemental parmi les virus qui s'attaquent aux poissons et sa stabilité contribue au risque élevé associé à sa transmission horizontale (Myrmel *et al.* 2014).

Il compte de nombreux hôtes, dont des poissons appartenant à au moins 32 familles, 11 espèces de mollusques et quatre espèces de crustacés (par exemple, Munro et Duncan 1977, McAllister 1983, Wolf 1972, Reno 1999). Bon nombre de ces organismes peuvent servir de réservoirs et de vecteurs du VNPI en le transmettant entre et dans les milieux marins et dulcicoles. Les poissons adultes qui survivent à l'infection peuvent être porteurs asymptomatiques du virus pour le reste de leur vie (Reno *et al.* 1978, Swanson et Gillespie 1982, Smail et Munro 1985) et excrètent des particules virales dans leur urine, leurs excréments et leurs produits reproducteurs (Yamamoto 1975a, Ahne 1983). Les oiseaux et mammifères piscivores peuvent également remplir la fonction de vecteurs du VNPI après s'être nourris de poissons infectés, vivants ou morts. La propagation du VNPI peut aussi résulter d'activités anthropiques. Pendant la manipulation des poissons, l'eau, l'équipement, les vêtements et les navires de transport qui entrent en contact avec des poissons contaminés peuvent ensuite être une source de transmission du VNPI.

Le Secteur des sciences du MPO propose de recueillir des renseignements de référence sur l'état de l'infection des espèces de poissons, en particulier de l'inconnu, dans le Grand lac des Esclaves, et au moins dans la rivière des Esclaves et la rivière Yellowknife, avant d'envisager un programme d'empoissonnement. Si le virus est détecté dans un de ces emplacements ou plus, il faudra déterminer son génotype pour chaque emplacement.

Le stade biologique présentant le risque le plus faible de transmission du virus est celui de l'œuf. Il est recommandé d'utiliser uniquement des œufs qui ont été désinfectés en surface (50 ppm d'iodophore, 10 min) dans la rivière natale avant le transport et à nouveau à l'arrivée dans la rivière réceptrice. Il faut veiller à séparer le durcissement de chaque famille d'œufs pendant la désinfection à l'iodophore et à remplacer l'iodophore et à le mélanger correctement. On réduit ainsi le risque de contamination croisée entre les lots d'œufs par les fluides des gamètes, en augmentant l'inactivation du virus à la surface de l'œuf et dans l'espace périvitellin et en désinfectant de manière appropriée les œufs puisque l'on en traite moins dans chaque lot. Il faut séparer la fertilisation des œufs de chaque femelle afin de limiter le risque de contamination croisée des lots si le liquide séminal d'un ou de plusieurs mâles est positif au virus. Il convient de désinfecter rigoureusement les ustensiles, les contenants, etc., pendant et après le prélèvement des œufs et leur fertilisation, de manière à réduire le risque de propagation du virus.

Ce projet de compensation devra comporter un protocole d'emploi d'animaux approuvé, délivré par le Comité de protection des animaux de l'Institut des eaux douces, compte tenu de la manipulation et de la mortalité potentielle d'inconnus et d'autres espèces non ciblées. Dans l'ensemble, le plan d'empoissonnement proposé doit être plus détaillé en ce qui concerne la méthode de capture, la taille des bacs et les densités prévues. Si l'euthanasie s'avère nécessaire, il faudra euthanasier les espèces ciblées et non ciblées selon une méthode en deux étapes (coup étourdissant à la tête, suivi d'un jonchage ou d'une dislocation cervicale). Toutes les personnes qui devront manipuler des poissons pendant ce projet doivent suivre une formation sur l'utilisation éthique et la manipulation des poissons.

Modélisation hydraulique et indices de qualité des habitats

Le promoteur a procédé pendant deux ans (2015 et 2016) à l'échantillonnage des habitats pour justifier le choix des sites, pour le stock d'origine et le site de réintroduction (annexes C et G). Plusieurs problèmes techniques liés à la modélisation hydraulique ont été relevés et pourraient se répercuter sur l'adéquation de la transplantation des œufs et la réussite du plan de compensation. Tout d'abord, le promoteur indique à l'annexe C de son plan de compensation (page 3-1) « qu'une validation est nécessaire pour évaluer la fiabilité du modèle et en établir la crédibilité. Les données recueillies sur le terrain en 2015 ont offert l'occasion de valider le modèle des indices de qualité des habitats pour l'habitat d'incubation des œufs de corégone. » [traduction] Nous tenons à préciser qu'une grande incertitude persiste quant aux résultats de la modélisation en raison du transfert d'un modèle d'indices de la qualité des habitats élaboré pour une espèce (le corégone) à une autre (l'inconnu). En outre, les courbes des indices de la qualité des habitats du corégone ont été modifiées pour représenter les indices pour l'inconnu, mais il était difficile d'examiner ces modifications car le rapport contenait des justifications et références insuffisantes pour les relier directement ou les justifier (annexe C, page 3-9). Le Secteur des sciences du MPO aimerait examiner l'explication de la manière dont le promoteur a modifié les courbes en fonction de la documentation citée.

Le promoteur reconnaît que l'incubation des œufs dépend de la disponibilité de vitesses appropriées de l'eau, mais indique dans son rapport (annexe C, page 4-5) que pour les relevés d'œufs de corégone, « la vitesse moyenne maximale de la colonne d'eau aux emplacements des œufs était de 0,36 m/s » [traduction] (figure 5). Pourtant, la courbe de la vitesse pour les indices de la qualité des habitats suggère une valeur de l'indice de 1 pour les vitesses comprises entre 0,1 et 0,75 m/s environ (figure 6). Sans une justification suffisante de la fourchette de valeurs, il peut s'agir d'une surestimation de l'habitat convenable pour l'incubation des œufs.

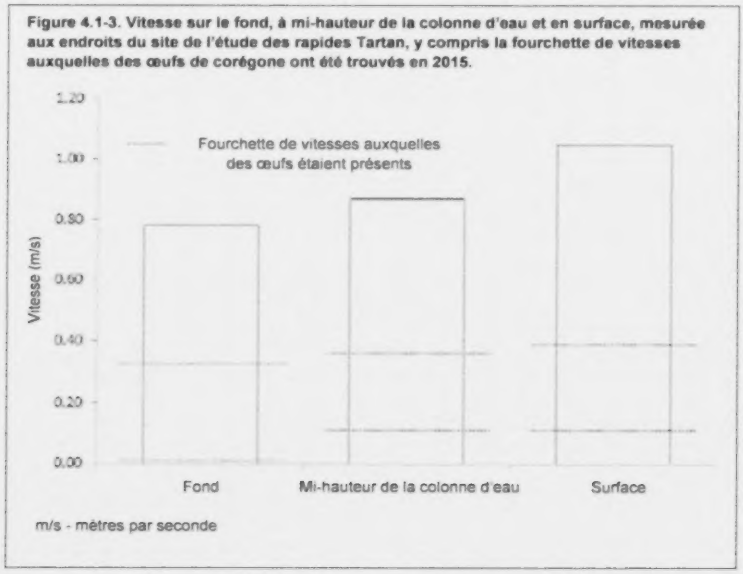

Figure 5. Fourchette de vitesses, tirée de l'étude de base de 2015, auxquelles des œufs de corégone ont été trouvés dans les rapides Tartan (figure extraite de l'annexe C, section 4).

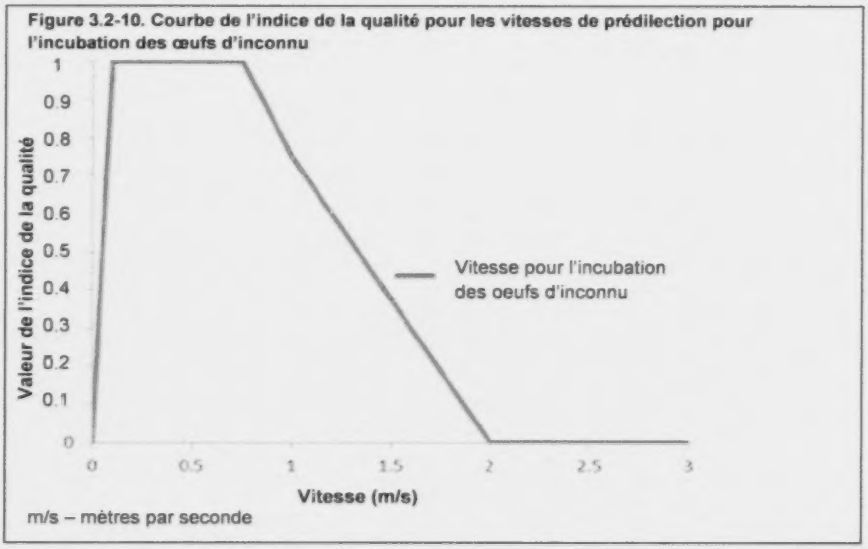

Figure 6. Courbe de l'indice de la qualité pour les vitesses de prédilection pour l'incubation des œufs d'inconnu dans le plan de compensation final du projet Jay (figure extraite de l'annexe C, section 3).

Le Secteur des sciences du MPO pense que des données sur l'épaisseur de la glace et un hydrographe annuel seraient utiles pour appuyer les conclusions de la validation du modèle de l'indice de la qualité des habitats pour les rapides Tartan. Selon le rapport, « la courbe de l'indice de la qualité pour la profondeur pour l'incubation des œufs de corégone tient aussi

compte d'une couverture de glace en surface de 0,5 m d'épaisseur, en supposant que les profondeurs de l'eau en-dessous de ce seuil ont une cote de qualité de zéro. La couverture de glace de 0,5 m a été retenue à partir de l'information sur l'épaisseur de la glace dans d'autres réseaux hydrographiques canadiens (Das 2015, Ryder 1953, Environnement Canada 1989). » [traduction] Le Secteur des sciences du MPO demande au promoteur d'expliquer comment il est parvenu à cette estimation de 0,5 m pour ce réseau hydrographique dynamique (variabilité de l'épaisseur de la glace dans les rapides). Par exemple, le Guide des glaces fluviales au Nouveau-Brunswick indique que « Dans le centre du Nouveau-Brunswick, l'épaisseur des nappes de glace thermiques varie généralement de 38 à 80 cm; selon la rigueur de l'hiver. » On peut supposer que l'hiver est plus rigoureux dans le site de l'étude et que par conséquent, l'épaisseur de la glace pourrait être supérieure à 0,5 m, ce qui modifierait les courbes de l'indice de la qualité des habitats pour la profondeur pour l'incubation. Das (2015), qui est cité en référence également, mentionne une épaisseur de la glace de 1,22 m dans la rivière des Esclaves. En appliquant l'approche de précaution, le Secteur des sciences du MPPO propose d'utiliser l'épaisseur maximale de la glace pour prédire l'habitat d'incubation.

Dans la section 4 de l'annexe C, aux pages 4-23 et 4-26, l'habitat pour l'incubation des œufs a été modélisé à partir des scénarios de débit du mois d'octobre. Le promoteur fournit un graphique pour le sommaire de l'écoulement aux rapides Tartan à la figure 3.2-2 (annexe G). D'après l'écoulement quotidien moyen de mai 1987 à novembre 2016 (ligne rouge sur la figure 3.2-2 de l'annexe C), les débits sont inférieurs en mars-avril (de 22 à 36 %) à celui d'octobre utilisé dans le modèle. Pour le modèle, il faudrait utiliser les débits les plus bas observés dans l'hydrographe pendant la période d'incubation des œufs. Lorsque le débit est moins élevé, la zone mouillée est plus petite. Le Secteur des sciences du MPO recommande d'exécuter à nouveau le modèle en utilisant le débit prévu le plus faible.

Enfin, sur le plan rédactionnel, l'unité de taille des particules du substrat sur l'axe des abscisses est incorrecte sur les figures 3.2-3 et 3.2-8 de l'annexe C et sur la figure B1-3 de l'appendice A de l'annexe C.

Dans la section 3.5 de l'annexe G, le promoteur propose une valeur de Q50 pour le scénario de débit. Le Secteur des sciences du MPO recommande, une fois que le mois approprié pour le débit bas aura été choisi (plus tard qu'octobre pendant la période d'incubation), d'appliquer une méthode plus prudente pour estimer la superficie totale disponible pour l'incubation des œufs d'inconnu (Q25 plutôt que Q50) puisque nous ne voulons pas surestimer l'habitat disponible pour les œufs, ce qui mènerait ensuite à surestimer la productivité liée aux cibles de la compensation.

Calculs de la production annuelle des poissons pour la compensation

La perte totale de biomasse de poisson pendant le retrait des poissons de la zone de construction de la digue est estimée à 1 434 kg. Selon les calculs, les pertes de la production annuelle des poissons ne devraient pas être supérieures à 301,1 kg/an. Cela donne une perte totale combinée de 6 022 kg en production annuelle des poissons sur 20 ans. Environ 7 456 kg de biomasse de poisson (toutes espèces confondues) seront perdus. Chaque événement d'empoissonnement génère une production totale estimée à 1 618 kg. Il faudra donc cinq événements pour atteindre l'objectif actuel du plan de compensation (7 456 kg). Selon les scénarios de taux de montaison de la meilleure estimation et de la pire, « l'équivalence devrait être atteinte entre les années 6 et 11 » [traduction] (document principal, section 5.4, page 88).

Un modèle de poisson est utilisé pour calculer la production des poissons à l'aide d'estimations du poids selon l'âge entre 1955 et 1985 et les taux de survie tirés d'études sur les saumons quinnats anadromes (*Oncorhynchus tshawytscha*). Les données du poids selon l'âge utilisées par le promoteur (annexe B, tableau 1-1) sont dépassées et fondées sur d'anciennes techniques de calcul de l'âge des poissons à partir des écailles. Les écailles de l'inconnu sont difficiles à interpréter et varient avec l'augmentation de la taille du poisson (Howland *et al.* 2004). Si l'on compare les données actuelles sur l'âge calculées à partir des otolithes (tirées du relevé annuel effectué à l'embouchure de la rivière Buffalo de 2013 à 2017 et dans la rivière des Esclaves depuis 1994) et celles utilisées par le promoteur, on voit que la modélisation a surestimé le poids pour les classes d'âge de 6 à 8 ans (tableau 2). Il existe aussi des preuves que le poids/taille selon l'âge a changé (structure d'âge plus jeune) ces dernières années (Howland 2005, Tallman et Howland 2017) (voir le tableau 2).

De plus, il est probablement incorrect d'utiliser les taux de survie des populations anadromes d'une autre espèce. Les taux de survie ont été estimés pour l'inconnu et montrent que la mortalité est plus élevée chez les populations adfluviales du Grand lac des Esclaves que dans les populations anadromes (Howland 2005). Le promoteur devrait tenir compte de la mortalité par pêche (commerciale, récréative, de subsistance) dans le calcul des taux de survie (voir le tableau 5.3-2 à la section 5). Le taux de survie calculé pour les inconnus capturés à l'embouchure de la rivière Buffalo entre 2013 et 2016 était de 58-68 %. (M.Y. Janjua, MPO Winnipeg, comm. pers.). Des calculs du taux de survie de l'inconnu dans la rivière des Esclaves se trouvent dans Howland (2005) et dans Holland et Tallman (2017). Il faut par conséquent revoir le modèle de production des poissons et les données utilisées pour calculer la biomasse, et appliquer les taux de survie de l'inconnu adfluvial et des calculs actualisés de la biomasse selon l'âge.

À la page 11/22 de l'annexe B, le promoteur affirme que « il n'est pas nécessaire de surveiller la montaison des adultes pour démontrer que les cibles de la compensation ont été atteintes puisque la contribution à la production de la pêche est réalisée par le stade de croissance alors que les poissons se trouvent dans le Grand lac des Esclaves et qu'elle ne dépend pas du nombre d'adultes en montaison. » [traduction] Il propose plutôt que si l'éclosion réussit (d'après les observations visuelles et les calculs de la mortalité par le modèle), le modèle de production des poissons prédit alors la quantité de biomasse que chaque inconnu éclos devrait produire pour déterminer si les objectifs de compensation concernant la productivité ont été atteints. Le Secteur des sciences du MPO ne recommande pas d'utiliser le modèle actuel, qui repose sur des intrants de données relatifs à d'autres espèces de poissons ou sur des données historiques sur l'inconnu qui présentent un degré d'incertitude élevé.

Tableau 2. Comparaison du poids moyen des inconnus (g) selon l'âge (3-8 ans) utilisé par le promoteur (Fuller 1955, RLL 1980) et du poids moyen relevé par le MPO dans l'embouchure de la rivière Buffalo, le Grand lac des Esclaves (de 2012 à 2017) et la rivière des Esclaves (1994; Howland 2005).

Âge	Poids moyen (g)		
	Données de l'indice du MPO pour la rivière Buffalo (2012-2017)	Rivière des Esclaves 1994	Données utilisées par le promoteur
3	-	-	628
4	2 052	-	1 296
5	2 646	3 496	2 633
6	3 053	4 057	3 863
7	3 741	4 646	5 140
8	4 533	4 957	6 358

Surveillance

Tel qu'il est proposé actuellement, le plan d'ensemencement d'œufs est expérimental et pas nécessairement réalisable pour le Secteur des sciences du MPO. Un certain nombre de problèmes se posent pour ce qui est d'évaluer la probabilité de réussite.

- À la page 97 du document principal, le promoteur affirme que « les résultats de la surveillance de la survie des œufs seront utiles pour préciser les prédictions des gains de biomasse afin de déterminer si les objectifs du plan de compensation peuvent être atteints. » [traduction] Comment le promoteur pourra-t-il identifier les œufs/alevins d'inconnu pendant ses relevés de surveillance (réussite de l'éclosion) et ces résultats serviront-ils à affiner la prédiction des gains de biomasse?
- Compte tenu des différences entre les facteurs environnementaux (température, débâcle, chimie de l'eau) de la rivière d'origine (rivière des Esclaves) et de la rivière réceptrice (rapides Tartan), comment le promoteur saura-t-il à quel moment réaliser le relevé des œufs?
- Comment le promoteur pourra-t-il être certain que les œufs sont le résultat de son ensemencement d'œufs et non d'inconnus errants du Grand lac des Esclaves parvenus d'eux-mêmes jusqu'aux rapides Tartan?
- À la page 95 du document principal, le promoteur indique que « les résultats de la surveillance des juvéniles et des adultes permettront de mieux comprendre les propriétés autosuffisantes de la compensation, mais ne seront pas liés à une cible quantitative pour en déterminer l'efficacité. » [traduction] Comment le promoteur pourra-t-il identifier et surveiller les juvéniles/adultes ensemencés?
- Comment le promoteur déterminera-t-il quand c'est un poisson ensemencé qui a été identifié, plutôt qu'un poisson transplanté d'une autre rivière (errants)?

À la page 4/6 de l'annexe A, le promoteur déclare que « ... La population d'inconnu du Grand lac des Esclaves est une priorité de gestion pour le MPO dans la région et le rétablissement d'une population d'inconnu dans la rivière Yellowknife une priorité de restauration locale pour la Première Nation des Dénés Yellowknives. » [traduction] Si l'objectif est de rétablir une population dans la rivière Yellowknife, le plan de surveillance actuel ne suffira pas. Il faudra sans doute organiser une surveillance à long terme et un ensemencement continu pour atteindre les objectifs d'établir une population d'inconnu dans la rivière Yellowknife, et un empoissonnement soutenu pourrait être nécessaire.

Le rapport contient des énoncés contradictoires sur l'abondance passée de l'inconnu dans la rivière Yellowknife. À la page 61, le promoteur reconnaît que selon les connaissances traditionnelles, l'inconnu était autrefois abondant et « épais » dans la rivière Yellowknife, mais à la page 62, il précise que « la montaison historique était considérée comme relativement faible (un millier de poissons ou moins). » [traduction] Dans un précédent avis scientifique sur la surveillance de l'empoissonnement en tant que mesure de compensation, il est proposé d'inclure une estimation de l'abondance et de la biomasse des poissons sauvages et ensemencés afin d'établir une situation de départ pour évaluer la réussite des activités d'ensemencement, ainsi que de surveiller les communautés ou assemblages locaux de poissons auxquels les interactions avec des poissons ensemencés pourraient nuire (MPO 2014).

Le Secteur des sciences du MPO aimerait que ces différences soient résolues et que des preuves soient de la présence ou de l'absence d'inconnus qui fraient, peut-être plus loin en amont, comme ils le font dans d'autres réseaux hydrographiques. La documentation sur la migration des inconnus signale des migrations de 300 km dans le Grand lac des Esclaves (Howland *et al.* 2000). Le promoteur affirme à la page 108 que : « ... il n'y a pas d'inconnu dans la rivière Yellowknife. » [traduction] Cependant, de récentes données de marquage permettent de penser qu'il y a des inconnus dans la baie de Yellowknife (M.Y. Janjua, MPO Winnipeg, comm. pers.), et aussi qu'il est possible que des poissons errants utilisent ce réseau hydrographique. Cette situation pourrait brouiller la surveillance que le promoteur pourrait exercer dans la rivière pour déterminer la réussite.

Conclusions

Le Secteur des sciences du MPO reconnaît la quantité de travail de référence effectuée par le promoteur pour décrire les mesures nécessaires pour compenser la perte de production des poissons résultant de l'aménagement du projet Jay. Cet examen visait à évaluer les gains de biomasse prédits par le promoteur (c.-à-d. le modèle de production de poisson), les modèles de qualité de l'habitat et les autres modèles proposés par le promoteur; de déterminer si le plan de compensation proposé entraînera des avantages autosuffisants à long terme; et enfin de déterminer si le plan de compensation proposé aura une incidence sur la gestion durable des pêches du Grand lac des Esclaves (y compris sur la recherche menée par le MPO dans le lac).

- Il faut corriger les indices de la qualité des habitats pour l'inconnu en fonction des commentaires fournis à la suite de l'examen et les valider à l'aide de résultats obtenus sur le terrain. Le Secteur des sciences du MPO recommande au promoteur de recommencer l'exécution du modèle d'habitat après avoir révisé les paramètres d'entrée (épaisseur de la glace et débits de la rivière) et les courbes des indices de la qualité des habitats.
- Il faut appliquer le modèle de production des poissons et les données utilisées pour calculer la biomasse révisée à l'aide des taux de survie de l'inconnu adfluvial et des calculs

actualisés de la biomasse selon l'âge (fournis dans le tableau 2) pour déterminer les exigences en matière de compensation.

- En général, les connaissances permettant d'établir les indices de la qualité des habitats pour l'inconnu sont limitées. Le Secteur des sciences du MPO recommande au promoteur de justifier les paramètres utilisés pour établir ces indices. Sans ces données, les sorties du modèle sont beaucoup plus incertaines.
- Compte tenu du plan de compensation du promoteur et des incertitudes qui entourent le plan d'empoissonnement, il est peu probable que le programme « entraîne des avantages autosuffisants à long terme ».
- L'habitat, ou l'accès à l'habitat de prédilection, pourrait encore constituer un problème pour l'inconnu dans la rivière Yellowknife si des facteurs anthropiques étaient à l'origine du déclin initial. On peut par conséquent se demander comment des inconnus récemment ensemencés survivraient. Ces facteurs créent un certain nombre d'incertitudes limitatives du succès de l'éclosion et de la survie des œufs, remettant à nouveau en question la probabilité de réussite de l'ensemencement à titre de plan de compensation.
- Il n'est pas certain que les complexes génétiques coadaptés choisis pour leur survie et leur viabilité dans la rivière des Esclaves donnent les mêmes résultats dans la rivière Yellowknife.
- Le promoteur reconnaît l'importance du choix du site d'origine du stock (les œufs doivent être adaptés à des conditions d'habitat semblables) et de l'utilisation d'œufs pour la translocation afin d'assurer l'empreinte (pour que les poissons retournent dans leur rivière natale). Il propose néanmoins d'utiliser la rivière des Esclaves comme stock d'origine en raison de la facilité d'accès aux frayères et de prélèvement des œufs, et non en raison de son adéquation biologique en tant que stock d'origine. Des inconnus provenant de lieux plus proches de la rivière Yellowknife pourraient donc mieux convenir en raison de leurs adaptations aux environnements de la rivière provenant des zones géologiques du bouclier précambrien, comme ceux qui sont génétiquement plus proches (rivières la Martre et Marian par exemple).
- Le Secteur des sciences du MPO propose de surveiller la communauté ou les assemblages de poissons locaux auxquels les interactions avec des poissons ensemencés pourraient nuire. La compréhension totale de l'écosystème actuel sera par conséquent utile pour prédire les changements écosystémiques et expliquer les modifications observées à la suite d'un programme d'ensemencement. Cela permettrait de résoudre les écarts et de prouver si des inconnus se trouvent encore ou non dans la rivière Yellowknife.
- Le Secteur des sciences du MPO recommande de recueillir des renseignements de référence sur l'état de l'infection des espèces de poissons, en particulier de l'inconnu, dans le Grand lac des Esclaves, et au moins dans la rivière des Esclaves et la rivière Yellowknife, avant d'envisager un programme d'empoissonnement. Si le virus est détecté dans un de ces emplacements ou plus, il faudra déterminer son type et son génotype pour chaque emplacement.
- Il est recommandé d'utiliser uniquement des œufs qui ont été désinfectés en surface (50 ppm d'iodophore, 10 min), de séparer le durcissement de chaque famille d'œufs pendant la désinfection et de procéder à la fertilisation des œufs de chaque femelle séparément.

- L'analyse génétique s'avère un outil précieux et la recherche en cours dans le lac vise à définir et à mieux préciser la structure des stocks d'inconnus. La translocation d'un stock d'inconnu (rivière des Esclaves) dans une autre zone où le stock est probablement différent risque de compromettre les études menées actuellement en vue de déterminer génétiquement la structure des stocks. Le plan de compensation proposé pourrait créer de la confusion dans la recherche actuelle et risquerait de compromettre les futures décisions de gestion si les patrons génétiques sont modifiés.
- Pour les projets d'ensemencement comme celui-ci, une surveillance à long terme est essentielle pour recueillir des renseignements de première main propres à l'espèce afin d'évaluer l'efficacité du projet. Les méthodes proposées semblent insuffisantes pour déterminer si les objectifs et la productivité seront atteints et soutenus. De plus, il faudra sans doute organiser une surveillance à long terme (> 12 ans) et un ensemencement continu pour atteindre les objectifs d'établir une population d'inconnu dans la rivière Yellowknife, et un empoissonnement soutenu pourrait être nécessaire.
- Le Secteur des sciences du MPO recommande d'incorporer le concept d'ensemencement d'œufs d'inconnu dans un plan plus vaste de gestion intégrée des pêches d'inconnu et de prendre l'espèce en compte, comme les autres espèces pêchées dans le Grand lac des Esclaves, dans une optique écosystémique. À cette fin, il faudrait évaluer l'état actuel des stocks et des habitats de l'inconnu dans la rivière Yellowknife. On pourrait envisager l'ensemencement d'œufs dans le cadre d'une stratégie de gestion des pêches si l'ensemencement est nécessaire pour combler un déficit du stock reproducteur et si un habitat convenable et suffisant pour le frai et l'incubation est disponible.

Collaborateurs

Sharon Clouthier, MPO Science, Région du Centre et de l'Arctique

Don Cobb, MPO Science, Région du Centre et de l'Arctique

Eva Enders, MPO Science, Région du Centre et de l'Arctique

Kim Howland, MPO Science, Région du Centre et de l'Arctique

Muhammad Janjua, MPO Science, Région du Centre et de l'Arctique

Joclyn Paulic, MPO Science, Région du Centre et de l'Arctique

Tom Pratt, MPO Science, Région du Centre et de l'Arctique

Ross Tallman, MPO Science, Région du Centre et de l'Arctique

Jessica Taylor, MPO Protection des pêches, Région du Centre et de l'Arctique

Michelle Wetton, MPO Science, Région du Centre et de l'Arctique

Xinhua Zhu, MPO Science, Région du Centre et de l'Arctique

Approuvé par

Robert Young, directeur général régional par intérim, Sciences, région du Centre et de l'Arctique

Robert Young, gestionnaire de division, Recherche aquatique de l'Arctique

(Approuvé le 18 avril 2018)

Sources de renseignements

La présente réponse des Sciences découle du processus spécial de réponse des Sciences mené le 28 mars 2018 pour l'examen du Plan de compensation final du projet Jay – Janvier 2018.

ACIA (Agence canadienne d'inspection des aliments). 2018. Espèces d'animaux aquatiques vulnérables.

Ahne, W. 1983. Presence of infectious pancreatic necrosis virus in the seminal fluid of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. J. Fish Dis. 6: 377.

Ahne, W., Kelly, R.K., and Schlotfeldt, H.-J. 1989. Factors affecting the transmission and outbreak of infectious pancreatic necrosis (IPN). *In* Fish Health Protection Strategies. Edited by K. Lillelund and H. Rosenthal. Federal Ministry for Research and Technology. pp. 19–71.

Alt, K.T. 1969. Taxonomy and ecology of the Inconnu (*Stenodus leucichthys nelma*) in Alaska. Biological Papers of the University of Alaska. No. 12: 1–53.

Anonymous. 2003. Final Report of the Aquaculture Health Joint Working Group Sub-group on Infectious Pancreatic Necrosis in Scotland. Fisheries Research Services. Aberdeen. 90 p.

Bullock, G. I., Rucker, R. R., Amend, D., Wolf, K., and Stuckey, M. H. 1976. Infectious pancreatic necrosis: transmission with iodine treated and nontreated eggs of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). J. Fish. Res. Board Can. 33: 1197–1198.

Day, A.C., VanGerwen-Toyne, M., and Tallman, R.F. 2013. A risk-based decision-making framework for Buffalo River Inconnu (*Stenodus leucichthys*) that incorporates the Precautionary Approach. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/070. iv + 13 p.

Dorson, M., Rault, P., Haffray, P., and Torchy, C. 1997. Water-hardening rainbow trout eggs in the presence of an iodophor fails to prevent the experimental egg transmission of infectious pancreatic necrosis virus. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol. 17: 13–17.

Environment Canada. 1989. New Brunswick River Ice Manual (updated 2011). Environment Canada Inland Waters Directorate. Accessed 23 March, 2018.

Follett, J.E. and Schmitt, M.K. 1990. Characterization of a cell line derived from Inconnu. J. Aquat. Animal Health 2: 61–67.

Hayes, J.W. 1987. Competition for spawning space between brown (*Salmo trutta*) and rainbow trout (*S. gairdneri*) in a lake inlet tributary, New Zealand. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44: 40–70.

Hearn, W. E. 1987. Segregation among stream-dwelling trout and salmon: a review. Fisheries 12: 24–30.

Hess, M. A., Rabe, C. D., Vogel, J. L., Stephenson, J. J., Nelson, D. D., and Narum, S. R. 2012. Supportive breeding boosts natural population abundance with minimal negative impacts on fitness of a wild population of Chinook salmon. Molecular Ecology 21: 5236–5250.

Howland, K. L. 1997. Migratory patterns of the freshwater and anadromous Inconnu, *Stenodus leucichtys*, within the Mackenzie River. Masters of Science. University of Alberta, 96 p.

Howland, K.L., Tallman, R.F., and W. M. Tonn. 2000. Migration patterns of freshwater and anadromous Inconnu in the Mackenzie River System. Trans. Am. Fish. Soc. 129: 41–59.

Howland, K.L., Gendron, M., Tonn, W.M., and Tallman, R.F. 2004. Age determination of a long-lived coregonid from the Canadian North: comparison of otoliths, fin rays, and scales in Inconnu (*Stenodus leucichthys*). Ann. Zool. Fennici. 41: 205–214.

Howland, K.L. 2005. Population differentiation of inconnu, *Stenodus leucichthys*, in the Mackenzie River system. Doctoral thesis. University of Alberta, Edmonton. 116 p.

Janjua, M.Y. and Tallman R.F. 2015. A mass-balanced Ecopath model of Great Slave Lake to support an ecosystem approach to fisheries management: Preliminary Results. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3138: vi + 32 p.

Larson, B. 1985. Infectious pancreatic necrosis virus from wild lake trout - Alberta. Am. Fish. Soc. Fish Health News. 13: 3.

Laurel, B.J. and Blood, D.M. 2011. The effects of temperature on hatching and survival of northern rock sole larvae (*Lepidopsetta polyxystra*). Fish. Bull. 109: 282–291.

Loughlin, K.G., Clarke, K.D. 2014. A Review of Methods Used to Offset Residual Impacts of Development Projects on Fisheries Productivity. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/097. vi + 72 p.

Marcus, N.H., Richmond, C., Sedlacek, C., Miller, G.A., and Oppert, C. 2004. Impact of hypoxia on the survival, egg production and production dynamics of *Acartia tonsa* Dana. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 301: 111–128.

McAllister, P. E. 1983. Infectious pancreatic necrosis (IPN) of salmonid fishes. U.S. FWS Fish Disease Leaflet 65.

McAllister, P. E., and Owens, W. J. 1986. Infectious pancreatic necrosis virus: protocol for a standard challenge to brook trout. Trans. Am. Fish. Soc. 115: 466–470.

MPO. 2013a. Évaluation de l'inconnu, *Stenodus leucichthys*, de la rivière Buffalo, Grand lac des Esclaves, Territoires du Nord-Ouest, de 1945 à 2009. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/045.

MPO 2013b. Politique d'investissement en matière de productivité des pêches : Guide sur les mesures de compensation à l'intention des promoteurs de projet. DFO/13-1905.

MPO. 2014. Avis scientifique sur les techniques de compensation pour gérer la productivité des pêches en eau douce. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2013/074.

MPO. 2015. Évaluation de la situation du grand corégone dans le Grand lac des Esclaves, Territoires du Nord-Ouest, Canada, 1972–2004. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2015/042.

MPO. 2017. Risque résiduel de transmission de la nécrose pancréatique infectieuse lié au transfert de l'omble chevalier en Colombie-Britannique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2017/041.

MRBB (Mackenzie River Basin Board). 2004. Mackenzie River Basin state of the aquatic ecosystem report 2004. Mackenzie River Basin Board Secretariat. Fort Smith, NT.

Munang'andu, H. M., Santi, N., Fredriksen, B. N., Lokling, K.-E., and Evensen, O. 2016. A systematic approach towards optimizing a cohabitation challenge model for infectious pancreatic necrosis virus in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). PLoS One 11: e0148467.

Munro, A. L. S., and Duncan, I. B. 1977. Current problems in the study of the biology of infectious pancreatic necrosis virus and the management of the disease in causes in cultivated salmonid fish. *In* Aquatic Microbiology. Edited by F.A. Skinner and J.M. Shewan. Academic Press, London. pp. 325–337.

Myrmel, M., Mohdal, I., Nygaard, H., and Lie, K.M. 2014. Infectious pancreatic necrosis virus in fish by-products is inactivated with inorganic acid (pH 1) and base (pH 12). Journal of Fish Diseases 37: 349–355.

Reno, P.W. 1999. Infectious pancreatic necrosis and associated aquatic birnaviruses. *In* Fish Diseases and Disorders Volume 3 Viral, Bacterial and Fungal Infections. Edited by P.T.K. Woo and D.W. Bruno. CAB International, Wallinford, Oxon. pp. 1–56.

Reno, P. W., Darley, S., and Savan, M. 1978. Infectious pancreatic necrosis: experimental induction of a carrier state in trout. J. Fish. Res. Board Can. 35: 1451–1456.

Ryder, T. 1953. Compilation and study of ice thicknesses in the Northern Hemisphere: 1952-1953. American Geographical Society, New York, New York, USA. 90 p.

Smail, D. A., and Munro, A. L. S. 1985. Infectious pancreatic necrosis virus persistence in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). In Fish Shellfish Path. Edited by A.E. Ellis. Academic Press, London. pp. 277–288.

Souter, B. W., Dwilow, A. G., Knight, K., and Yamamoto, T. 1984. Infectious pancreatic necrosis virus: Isolation from asymptomatic wild Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.). J. Wildlife Dis. 20: 338–339.

Souter, B. W., Dwilow, A. G., Knight, K., and Yamamoto, T. 1986. Infectious pancreatic necrosis virus in adult Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), in rivers in the Mackenzie Delta region and the Yukon Territory. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1441: iv + 11 p.

Sternecker, K., Cowley, D. E., and Geist, J. 2013. Factors influencing the success of salmonid egg development in river substratum. Ecol. Freshw. Fish 22: 322–333.

Swanson, R.N., and Gillespie, J.H. 1982. Isolation of infectious pancreatic necrosis virus from the blood and blood components of experimentally infected trout. Can. J. Fish. Aquat. Sci 39: 225–228.

Tallman, R., and Howland, K.L. 2017. Factors that influence productivity and vulnerability of Inconnu, *Stenodus leucichthys nelma*, populations in Canada. Fund. Appl. Limnol. 189/3: 235–247.

Tyson, J.D., Tonn, W.M., Boss, S., and Hanna, B.W. 2011. General fish-out protocol for lakes and impoundments in the Northwest Territories and Nunavut. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2935: v + 34 p.

VanGerwen-Toyne, M., Day, A.C., Taptuna, F., Leonard, D., Frame, S., and Tallman, R. 2013. Information in support of assessment of Buffalo River Inconnu, *Stenodus leucichthys*, Great Slave Lake, Northwest Territories, 1945-2009. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/069. vii + 80 p.

Wiens, L., Bajno R., Detwiler J. and Tallman R. 2016. Genetic assessment of Inconnu (*Stenodus leucichthys*) stocks to aid fisheries management in Great Slave Lake. Arctic Net Annual Science Meeting. Winnipeg, MB, December 5–9, 2016.

Wiens, L., Bajno, R., Detwiler, J., Janjua, M.Y., and Tallman, R. 2017. Population genetics analyses of Inconnu (*Stenodus leucichthys*) populations: implications for fisheries management in Great Slave Lake, Northwest Territories. 13th International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes. Bayfield, WI., September 10-15, 2017.

Wolf, K. 1972. Advances in fish virology: A review 1966-1971. Symp. Zoo. Soc. London 30: 305-331.

Yamamoto, T. 1974. Infectious pancreatic necrosis virus occurrence at a hatchery in Alberta. J. Fish. Res. Board Can. 31: 397–402.

Zhu, X., Day, A.C., Taptuna, W.E.F., Carmichael, T.J., and Tallman, R.F. 2015. Hierarchical modeling of spatiotemporal dynamics of biological characteristics of Lake Whitefish, *Coregonus clupeaformis* (Mitchill), in Great Slave Lake, Northwest Territories, 1972–2004. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/038. v + 56 p.

Zhu, X., Chapelsky, A., Carmichael, T.J., Leonard, D.L., Lea, E., Tallman, R.F., Evans, M., Podemski, C., and Low, G. 2017. Establishment of ecological baseline metrics for integrated ecomonitoring and assessment of cumulative impacts on Great Slave Lake fisheries ecosystem. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3223: ix + 58 p.

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques
Région du Centre et de l'Arctique
Pêches et Océans Canada
501 University Crescent
Winnipeg, Manitoba
R3T 2N6

Téléphone : 204-983-5232
Courriel : xcna-csa-cas@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-3815
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2018

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2018. Examen du plan de compensation du projet Jay de Dominion Diamond Ekati ULC, janvier 2018. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2018/029.

Also available in English:

DFO. 2018. Review of the Dominion Diamond Ekati ULC Jay Project Offsetting Plan, January 2018. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2018/029.